Ein Beitrag

zur

Physiologie und Histologie der Verdauungsorgane bei Vögeln

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

unter dem Präsidium

von

Dr Paul von Grützner

o.ö. Professor der Physiologie und Vorstand des Physiologischen Instituts der Universität Tübingen

der medizinischen Fakultät in Tübingen

vorgelegt

von

Heinrich Braitmaier

approb. Arzt aus Tübingen

Tübingen

Verlag von Franz Pietzcker

1904.

Ein Beitrag

zur

Physiologie und Histologie der Verdauungsorgane

bei Vögeln

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

unter dem Präsidium

von

Dr Paul von Grützner

o.ö. Professor der Physiologie und Vorstand des Physiologischen Instituts
der Universität Tübingen

der medizinischen Fakultät in Tübingen

vorgelegt

von

Heinrich Braitmaier
approb. Arzt aus Tübingen

Tübingen
Verlag von Franz Pietzcker
1904.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Tübingen.

Referent: Professor Dr v. Grützner.

November 1903.

BUCHDRUCKEREI G. SCHNÜRLEN IN TÜBINGEN.

Meiner lieben Mutter

in Dankbarkeit und Verehrung.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547016_0116

Wohl kein Gebiet der gesamten Physiologie hat von jeher so das Interesse der Forscher auf sich gezogen, wie das der Physiologie der Verdauung. Die überaus häufige und eingehende Bearbeitung dieses Gebietes hat natürlich eine Menge von verschiedenen Methoden und Wegen gezeitigt, auf denen die Forscher ihrem Ziele der Kenntnis des Verdauungsvorgangs, der dabei wirkenden Kräfte und der Endprodukte der Verdauung nahe kommen wollten. Auf der einen Seite steht die physiologisch-chemische Untersuchung des Verdauungssaftes, des natürlichen Sekretes der Schleimhaut selbst oder des aus derselben gewonnenen Extraktes. Auf der anderen die Untersuchung der Schleimhaut, der einzelnen Zelle mittelst des Mikroskopes. Die mikroskopischen Veränderungen der Zelle nach Form und Inhalt während verschiedener Stadien ihrer Tätigkeit sind in ihrer Art ebenso beweiskräftig wie der physiologische Versuch, sei er nun im Körper selbst oder im Reagenzglase angestellt. Ja ich glaube, dass gerade der histologischen Betrachtung viel weniger die Möglichkeit zu Fehlern und Irrtümern anhaftet, wie sie bei dem physiologisch-chemischen Versuch nur allzuleicht unterlaufen.

Am meisten Aussicht auf Erfolg wird aber wohl eine Untersuchung haben, welche die histologischen Resultate den physiologisch-chemischen gegenüberstellt. Ich bin deshalb auch gerne, obgleich eine grosse Anzahl ausgezeichneter Arbeiten in der Weise bereits ausgeführt worden sind, der Aufforderung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. Dr. P. von Grützner gefolgt, Untersuchungen über Verdauung anzustellen. Auch an dieser Stelle möchte ich daher nicht verfehlen, dem-

selben für die grosse Zuvorkommenheit, mit der er mir mit Rat und Tat an die Hand ging, herzlichst zu danken.

A. Historisches.

Es möge mir gestattet sein, einen Rückblick über die Entwicklung unserer heutigen Kenntnisse über die Verdauung zu halten, insoweit sie mit meinem Thema, nämlich der Verdauung bei Vögeln, in näheren Beziehungen stehen.

Gerade über die Verdauungsvorgänge bei diesen Tieren liegen klassische, wenn auch schon weit über 100 Jahre alte Untersuchungen vor, ich meine nämlich diejenigen von Réaumur [1]) und Spallanzani [2]), aus denen, indem ich nur das Allerwesentlichste [3]) mitteile, hervorging, dass namentlich bei den Körner fressenden Vögeln mit ihrem gewaltigen Muskelmagen überraschend hohe Drucke auf die Nahrung ausgeübt werden. Die überaus dicke und zähe Haut, welche die Innenfläche des Muskelmagens jener Vögel bekleidet, ist sozusagen gegen alle mechanischen Schädlichkeiten gefeit. Hartschalige Nüsse, ja selbst die spitzigsten Glassplitter werden zwischen jenen gewaltigen zähen Platten, auf denen sich übrigens regelmässig feste (namentlich) Quarzsteinchen finden, zertrümmert und oft in feines Pulver zerrieben.

Neben dieser mechanischen Tätigkeit aber vereinigt sich, wie Spallanzani des Genaueren zeigte, auch eine chemisch wirksame, eine lösende Kraft, welche die verschiedensten lösbaren Nahrungsstoffe (Fleisch, Körner u. s. w.) unmittelbar auflöst, wie man dies auch ausserhalb des Magens mit Magen-

1) Réaumur, Histoire de l'Academ. Roy. des Sciences 1752, Paris 1756. Erste Abhandlung S. 266. Zweite Abhandlung S. 461. Zusammenfassung S. 49.

2) Spallanzani. Versuche über das Verdauungsgeschäft. Übersetzt von D. Chr. Michaelis. Leipzig 1758.

3) Genauere Mitteilungen über diese höchst interessanten Versuche finden sich in L. Paira-Mall, über die Verdauung bei Vögeln, Pflügers Archiv, Bd. 80, S. 600; 1900.

saft nachweisen kann. Beide Kräfte wirken im Verein die schliessliche Lösung, d. h. die Verdauung der eingeführten Nahrung.

Die Säfte, welche jene Lösung zur Folge haben, untersuchten dann genauer, beinahe 100 Jahre später, als die oben genannten Forscher Tiedemann und Gmelin[1]) in einer eingehenden und umfangreichen Arbeit, in welcher sie unter Anderem feststellen, dass die wirksame Säure der Hauptsache nach Salzsäure ist.

Dass neben dieser Salzsäure freilich noch ein anderer fermentartiger Stoff, (das im Jahre 1839 von Wasmann dargestellte Pepsin) die Verdauung vermittelt, war selbstverständlich jenen Forschern noch völlig unbekannt. Heutzutage aber wissen wir, dass in dem Magen der Vögel diese beiden Substanzen, Säure und Pepsin, abgesondert werden und zwar bei den Körner fressenden in dem sogenannten Vormagen oder Drüsenmagen. In diesen gelangen die im Kropf erweichten Speisen und werden hier mehr oder weniger verdaut. Völlig zertrümmert und zerquetscht aber werden sie erst in dem darauffolgenden Muskelmagen, welcher sie dem Darme übermittelt.

Ein bedeutender Schritt vorwärts in der Lehre von der Verdauung wurde dann dadurch gemacht, dass man künstlichen Magensaft darstellen lernte, indem man das in der Magenschleimhaut gebildete Ferment (beziehungsweise seine Vorstufe) mit verschiedenen Flüssigkeiten, vor allem mit verdünnten Säuren extrahierte. Eberle[2]) war der erste, der dies tat und so die Forscher in die Lage setzte, sich von dem Vorhandensein dieses verdauenden Stoffes, sowie von seiner grösseren oder geringeren Menge in den Magenschleimhäuten zu unterrichten. Denn manigfache Versuche zeigten, dass viel Pepsin —

1) F. Tiedemann und L. Gmelin, die Verdauung nach Versuchen u. s. w. 1891.

2) Eberle, Physiologie der Verdauung, Würzburg 1834.

innerhalb gewisser Grenzen — schneller Eiweiss löste, als wenig Pepsin.

Ich wende mich nun in erster Linie zu der Beschreibung meiner Verdauungsversuche, die ich an einer grossen Anzahl von Tauben angestellt habe, sowie zweitens zu den histologischen Untersuchungen, welche mit den ersten Versuchen parallel gingen.

B. Eigene Untersuchungen.

I. Physiologisch-chemischer Teil.

Obwohl Paira-Mall [1]) im hiesigen Institut vor 4 Jahren eben diese Frage behandelt hat, möchte ich doch auf besonderen Wunsch von Herrn Prof. v. Grützner noch einmal darauf zurückkommen, um meine Resultate im physiologisch-chemischen Versuch, die mit den seinen vollkommen übereinstimmen, durch meine histologischen Ergebnisse zu ergänzen; denn gerade in der Vereinigung dieser beiden Methoden, wie es Grützner [2]) zuerst getan hat, hoffte ich eine sichere Lösung der betreffenden Fragen zu gewinnen.

Es möge mir nun gestattet sein, hier den genauen Gang eines meiner zahlreichen, mit gleichen Resultaten verlaufenen Versuche zu schildern, wobei ich bemerke, dass meine Versuche in der Hauptsache im Wintersemester 1900/01 und im Sommersemester 1901 angestellt wurden, also eine Reihe später erschienener Arbeiten bei der Anstellung der Versuche selbst nicht berücksichtigt werden konnten.

Versuch I.

Zwei gesunde, grosse männliche Tauben werden nach einer ausgiebigen Mahlzeit auf 48 Stunden ohne Nahrung eingesperrt. Beide Tiere verhielten sich während der Zeit des

1) S. oben.

2) P. Grützner, Neue Untersuchungen über die Bildung des Pepsins, Breslau 1875.

Hungerns ruhig. Nach 48 Stunden erhält eine der beiden Tauben Gerstenkörner zu fressen und bekommt davon so viel sie annimmt.

Ich bezeichne dieses Tier der Einfachheit halber als „Fresstier“. Das andere, das „Hungertier“ wird, ohne Futter erhalten zu haben, nüchtern durch Kopfabschneiden getötet. Nach Eröffnung der Brust- und Bauchhöhle wird mit Scheere und Pincette durch Durchtrennung der grossen Gefässe und der Bronchien und Trachea der Ösophagus bis in die Nähe des Kropfes freigelegt und möglichst hoch oben abgeschnitten.

Hierauf wird Ösophagus, Drüsen- und Muskelmagen sorgfältig herausgenommen und am Beginn des Darmes abgeschnitten. Nach Eröffnung der herausgenommenen Teile mit der Scheere, zeigt sich die Ösophagusschleimhaut gelblich-rötlich mit zahlreichen hellgrünen Fetzen belegt, aber ohne jegliches Futter.

Der Drüsenmagen ist ebenfalls vollkommen leer, seine Schleimhaut zeigt eine weisslich-rötliche Farbe und ein trübes, undurchsichtiges Aussehen. Belegt ist die Schleimhaut mit intensiv hellgrünem Schleim. Der Muskelmagen enthält zahlreiche kleine Quarzkörnchen und ist auf seiner Innenfläche dunkelgrün gefärbt.

Die Därme sind leer, ihre Schleimhaut in den oberen Abschnitten gelblich, in den unteren grün gefärbt. Die Leber ist dunkelbraunrot. Das etwa 1 gr. schwere Pankreas ist weisslich trübe. Zur histologischen Untersuchung werden kleine Stücke vom Drüsenmagen, nachdem er zuvor mit ein wenig Wasser abgespült war, und vom Pankreas in Sublimat und Alkohol eingelegt. Der Muskelmagen wird an seinem Übergang in den Drüsenmagen abgeschnitten und entfernt. Ösophagus und Drüsenmagen werden auf Filtrierpapier gespannt und bei 35—40° C getrocknet.

Nach 6 Stunden wird das „Fresstier“ in derselben Weise getötet und behandelt.

Die Schleimhaut des Ösophagus ist von gelblich-roter Farbe; es befinden sich 3 unveränderte Gerstenkörner in ihm. Der Kropf ist prall gefüllt. Der Drüsenmagen enthält ein Gerstenkorn, seine Schleimhaut zeigt eine gelblich-rote Farbe. Der Muskelmagen enthält neben zahlreichen kleinen Steinchen zermalmte Gerstenkörner in grosser Menge. Der Darm ist reichlich mit gelbem Brei gefüllt. Nur an einigen Stellen zeigt er grünliche Farbe. Das Pankreas ist ca. 1 gr. schwer und ist rötlich-durchscheinend. Die Leber zeigt eine weit hellere braune Farbe, als die des „Hungertieres", ihre Farbe liesse sich etwa als Lehmfarbe bezeichnen.

Eines Punktes, auf den Herr Prof. v. Grützner mich während meiner zahlreichen Versuche stets aufmerksam machte, möchte ich an dieser Stelle Erwähnung tun: Die Unterschiede in der Färbung und dem Aussehen der einzelnen Organe im Hunger- und Fütterungszustande sind ganz charakteristische, und sind ausnahmslos in jedem Falle zu konstatieren. Die Schleimhäute des Hungertieres (im Drüsenmagen) zeigen eine weissliche Farbe bei mattem undurchsichtigem Aussehen gegenüber dem rötlich-durchscheinenden Aussehen der Schleimhaut des Fresstieres. Regelmässig ist auch beim Hungertier der grüne Überzug auf der Schleimhaut des Ösophagus des Drüsen- und des Muskelmagens, die auf eine nach rückwärts gerichtete peristaltische Bewegung im Hungern zurückzuführen ist, wodurch die stark grüne Galle in den Magen, ja in die Speiseröhre gelangt.

Der dunkelrotbraunen Farbe der Leber beim Hungertier steht eine weit hellere Lehmfarbe beim Fresstier gegenüber, wie Ähnliches schon Heidenhain und Afanassiew [1]) beim hungernden oder reichlich gefütterten Hunde beschrieben haben.

Ganz auffallend nun sind die Unterschiede beim Pankreas,

1) M. Afanassiew, Ueber anatomische Veränderungen der Leber u. s. w. Pflügers Archiv Bd. 30, S. 385, 18.

an welchem ich auch bei anderen Tieren diese Unterschiede, wenn auch oft nicht so deutlich wie bei der Taube konstatieren konnte. Das hungernde Organ ist ganz undurchsichtig trübe, von weisslicher Farbe, beim „Fresstier“ dagegen ist es rötlich und durchscheinend.

Durchweg erweisen sich die weisslichen, trüben, undurchsichtigen Organe als reich an Ferment, die rötlich durchscheinenden arm, sodass es immer möglich war, von vorn herein zu sagen, welches Organ vermutlich mehr verdauende Wirkung ausüben werde. Ebenso gelingt es, von einem herausgeschnittenen einzeln daliegenden Organ (Pankreas der Taube), dessen Ursprung man nicht kennt, mit Sicherheit zu sagen, ob es vom Hunger- oder Fresstier stammt.

Nach 24stündigem oder längerem Trocknen wurden die Mägen vom Filtrierpapier abgelöst und Ösophagus wie Drüsenmagen getrennt fein zerschnitten. Darauf wurden je 0,1 gr. der zerkleinerten Magenschleimhaut vom Hunger- und vom Fresstier mit 10 ccm Glycerin übergossen und zur Extraktion 48 Stunden stehen gelassen. Weitere 0,1 gr. der Mägen wurden mit 10 ccm 2promilliger Salzsäure zur Extraktion angesetzt, ebenso 0,1 gr. Ösophagusschleimhaut aus deren untersten Teilen.

Nach 5stündigem Stehen wurde mit den Salzsäureextrakten nach der Grützner'schen [1]) colorimetrischen Methode ein Verdauungsversuch folgendermassen angeordnet. Etwa 1 ccm fein zerschnittenes mit Carmin gut gefärbtes Rinderfibrin wurde, nachdem es in Salzsäure von 0,1% aufgequollen war, je in einem Reagenzglas mit 15 ccm derselben Flüssigkeit angesetzt. Für jeden Versuch waren 3 derartige Gläschen notwendig,

1) P. Grützner, Über eine neue Methode Pepsinmengen colorimetrisch zu bestimmen. Pflügers Archiv Bd. 8, S. 452, 18 und Ebenderselbe: Neue Untersuchungen u. s. w. S. S. 8. Vergl. auch A. Korn, Über Methoden Pepsin quantitativ zu bestimmen. Inaug.-Dissertat. Tübingen 1902.

nämlich noch ein Vergleichsglas, welches nur Salzsäure und Fibrin enthielt. Es werden nun in die Gläschen je 1 ccm des entsprechenden Extraktes gebracht (nachdem dasselbe zuvor abfiltriert war). Und der Versuch wie folgt protokolliert.

Die den Grad der Verdauung ausdrückenden römischen Zahlen (sie sind um so höher, je mehr Fibrin gelöst) beziehen sich auf eine Vergleichsfarbenscala wie sie Grützner angibt und besagen, dass z. B. im Gläschen mit Farbe III oder VII im Verhältnis zu dem mit Farbe I, 3 beziehungsweise 7mal so viel Fibrin gelöst ist, als im Gläschen mit Farbe I; I—II bedeutet eine Farbe dunkler als I und heller als II.

Zeit	Hunger-Magen	Fress-Magen	Hunger-Ösoph.	Fress-Ösoph.	Vergleichglas
9 h 00	Beginn des Versuches				
9 h 05	0	0	0	0	0
9 h 10	I	0	0	0	0
9 h 15	I—II	0	0	0	0
9 h 20	III	0—I	0	0	0
9 h 25	IV—V	I	0—I	0	0
9 h 30	V—VI	I—II	0—I	0	0
9 h 35	VII	I—II	0—I	0	0
9 h 40	VIII—IX	II	0—I	0	0
9 h 45	X	II	0—I	0—I	0
9 h 50	Verdauung beendet.	II—III	I	0—I	0

Nach 48stündigem Stehen werden nun auch die Glycerinextrakte der Magenschleimhäute abfiltriert und ein Versuch in genau der oben beschriebenen Weise angeordnet. Es werden ebenfalls je 1,0 ccm Extrakt verwandt. Es ergab sich folgendes Protokoll.

Zeit	Hunger-Magen	Fress-Magen	Vergleichglas
9 h 30	Versuch beginnt.		
9 h 35	0—I	0	0
9 h 40	I	0	0
9 h 45	I—II	0	0
9 h 50	III	0	0
9 h 55	IV	0—I	0
10 h 00	VI	> I	0
10 h 05	VII—VIII	I—II	0
10 h 10	IX—X	I—II	0
10 h 15	X	II	0
10 h 20	Verdauung beendet.	II—III	0

Die Schleimhaut des Hungertieres bewies sich als bedeutend reicher an verdauender Kraft als die des Fresstieres. Die Spuren von Pepsin die aus dem Ösophagus sich extrahieren liessen, müssen höchst wahrscheinlich zurückgeführt werden auf ein Haften von Magensaft an der Ösophagusschleimhaut, wohin er während des Verdauungsaktes gelangt sein kann. Wenigstens konnten besondere Pepsin absondernde Drüsen in dem Ösophagus der Tauben bisher nicht nachgewiesen werden.

Der Versuch mit den Glycerinextrakten hatte somit genau das gleiche Ergebnis wie derjenige mit den Salzsäureextrakten. Die Schleimhaut des Hungertieres war weit voran in ihrer verdauenden Wirkung.

Die Vergleichsgläser, welche nur Salzsäure enthielten, zeigten noch nach 24 Stunden keine Spur von Rotfärbung, ein Beweis dafür, dass jedenfalls die Salzsäure eine lösende Wirkung auf das Karmin oder das Karminfibrin nicht ausgeübt hatte, wie dies bei gut hergerichteten Versuchen immer der Fall ist. Die Versuche wurden bei Zimmertemperatur angestellt, da ein Einbringen der Gläschen in ein Wasserbad von 35° C. den Verdauungsprozess zu sehr beschleunigte.

Dasselbe Resultat, wie der beschriebene Versuch, hatten ausnahmslos alle von mir angestellten zahlreichen Versuche dieser Art. Ich begnüge mich mit dem einen geschilderten und möchte nun versuchen eine Erklärung des Vorganges zu geben, der zu diesem Resultat führt.

Der Hungerzustand ist keineswegs ein Zustand der Ruhe für den Magen. In ihm findet der Vorgang der „Ladung" statt. Die Vorstufe des Pepsin sammelt sich in den Zellen und wartet ihrer Ausstossung. Wird durch einen Reiz, gewöhnlich eben durch das Einführen von Nahrungsstoffen, das Signal gegeben, so beginnt beim Fresstier die Entladung, die Absonderung des Pepsins.

Was nun in letzter Linie das auslösende Moment ist und wodurch das Propepsin, um diesen Ausdruck von Schiff zu acceptieren, in Pepsin umgewandelt wird, auf diese Frage muss ich die Antwort schuldig bleiben. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist es die freie Säure des Magensaftes, welche diese Umwandlung im Magen bedingt, so wie sie es auch ausserhalb desselben zu Stande bringt.

Durch den oben angenommenen Vorgang wäre die Erklärung dafür gegeben, warum die Schleimhaut des hungernden Tieres, sich als so stark verdauend erweist, während die des fressenden und in voller Verdauung befindlichen Tieres, nur noch wenig Pepsin enthält. Durch eine andere Anordnung des Versuches lässt sich der Vorgang genauer verfolgen.

Ich liess 4 Tauben 48 Stunden hungern, tötete eine darauf sofort und behandelte sie in der oben beschriebenen Weise. Die übrigen 3 Tiere bekamen Gerste zum Fressen vorgesetzt, soviel sie wollten. Nach 2 Stunden wurde eines davon getötet und weiter behandelt, nach 6 Stunden ein zweites, nach 15½ Stunden das letzte. Erwähnen muss ich noch, dass die Gerste den Tieren entzogen wurde, sobald sie mit Fressen aufhörten und ihren Kropf, was stets der Fall war, prall gefüllt hatten. Der Versuch, der ganz in der Art der oben beschriebenen mit Glycerinextrakt angestellt war, ergab folgendes Protokoll.

Der Einfachheit halber bezeichne ich die einzelnen Tiere, als „Hungertier“, als „Fresstier II“, als „Fresstier VI“ und als „Fresstier XV“. Die römischen Zahlen bezeichnen die Stunden, nach welchen die Tiere auf ihre Mahlzeit hin getötet wurden.

Zeit	Hunger-Magen	Fress-magen II	Fress-magen VI	Fress-magen XV	Ver-gleichglas
2 h 00	Versuch beginnt				
2 h 05	0	0	0	0	0
2 h 10	I	0	0	0	0
2 h 15	I—II	0	0	0—I	0
2 h 20	III	0—I	0	< I	0
2 h 25	IV	I	0—I	I	0
2 h 30	V—VI	I—II	0—I	II	0
2 h 35	VI—VII	III	I	III	0
2 h 40	VIII	III—IV	I—II	IV	0
2 h 45	IX	IV—V	II	IV—V	0
2 h 50	X	V	II—III	V	0
2 h 55	Verdauung beendet	V—VI	III	VI	0
3 h 00	„	VI	III—IV	VI—VII	0
3 h 05	„	VII	IV	VII	0
3 h 10	„	VIII	IV	VIII	0
3 h 15	„	IX	IV—V	IX	0
3 h 20	„	IX	V	X	0
3 h 25	„	IX—X	V	Verdauung nahezu beendet	0

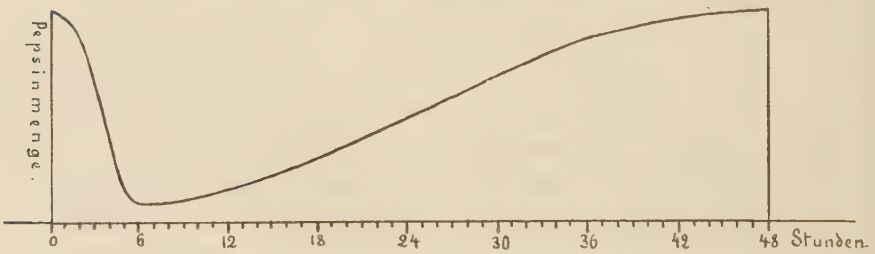
Auch hier wieder war also das „Hungertier“ weit voran. Die Fresstiere zeigten folgende Gruppierung.

„Fresstier XV“ und „Fresstier II“ verdauten ebenfalls ziemlich rasch und kräftig, aber lange nicht so rasch wie das „Hungertier“, „Fresstier XV“ war immer wenig aber doch wahrnehmbar voran. „Fresstier VI“ nahm seine gewohnte Stellung ein, und verdaute etwa $^1/_4$—$^1/_3$ so energisch wie das „Hungertier“. Der Versuch würde also wohl so zu erklären sein: Die Magenschleimhaut des „Hungertiers“ ist vollbeladen mit Pepsin oder dessen Vorstufe. „Fresstier II“ hat in 2stündiger Verdauungs-

arbeit des Magens schon einen grossen Teil seines aufgespeicherten Pepsinvorrats verbraucht. Der Rest lässt sich in der Schleimhaut noch nachweisen. „Fresstier VI“ hat zu der 6stündigen Verdauung beinahe sein gesamtes Pepsin verbraucht, ein kleiner Rest sitzt noch in der Schleimhaut. Bei „Fresstier XV“, also 15½ Stund nach der Nahrungsaufnahme, hat die Ladung wieder begonnen, und die Schleimhaut ist ungefähr ein Drittel so stark angefüllt, wie bei einem Tier 48 Stunden nach der letzten Mahlzeit.

Die Aenderungen der Magenschleimhaut an peptischem Ferment (beziehungsweise dessen Vorstufe) dürften sich bei den Tauben in ganz ähnlicher Weise vollziehen, wie sie Grützner [1]) für die Magenschleimhaut des Hundes festgestellt hat. Nur stellt sich bei den Tauben die kleinste Menge von Pepsin vielleicht etwas früher ein als bei den Hunden und die Ladung dauert länger; denn bei reichlicher Fütterung ist nach 24 Stunden der Kropf der Tauben noch lange nicht leer.

Beifolgende Kurve stellt diese Verhältnisse in übersichtlicher Weise dar. Man sieht, wie die grosse Menge von Pepsin- (bezw. Propepsin-) Vorrat um die 6te Verdauungsstunde beinahe erschöpft ist und dann ganz allmählich wieder in die Höhe



steigt, um vielleicht nach 40 –48 Stunden wieder ihren alten Höhepunkt zu erreichen.

1) S. P. Grützner, Neue Untersuchungen u. s. w. Fig. 1 und R. Heidenhain Physiologie der Absonder. Vorgänge in Hermanns Handbuch der Physiol. Bd. 5, Teil 1, S. 145, 1883.

II. Anatomisch-histologischer Teil.

a) Die Magenschleimhaut hungernder und verdauender Tiere.

Die Ergebnisse meiner histologischen Untersuchungen ergänzen und bestätigen in gewissem Sinne vortrefflich die eben mitgeteilten Untersuchungen über den wechselnden Pepsingehalt der Magenschleimhaut, indem der histologische Unterschied zwischen einem pepsinreichen und pepsinarmen Magen wohl nirgends so schön und deutlich ausgesprochen ist, wie bei der Taube [1]).

Es zeigt nämlich eine pepsinreiche Schleimhaut in ihren Zellen eine Unmenge kleiner Körnchen, die mit einfachen Protoplasmagranulationen nichts zu tun haben, sondern ein Ding sui generis darstellen. Sie kommen und gehen mit dem leicht nachweisbaren jeweiligen Fermentgehalt der untersuchten Schleimhaut, und sind somit mit Recht aufzufassen als die anatomisch nachweisbare materielle Grundlage eben dieses Fermentes oder seiner Vorstufe. Ich kann mir hier nicht gestatten, auf die verschiedenen Auffassungen der Forscher über diese Zelleinschlüsse einzugehen. Ich erwähne nur die klassische Arbeit R. Heidenhain's [2]), in der er die histologischen Veränderungen der sekretorischen Zellen des Pankreas während des Ablaufs der Verdauung beschreibt; ferner noch die neueren Arbeiten Langley's [3]), die von dem Wechsel des Auftretens

1) Auf den Bau des Vogels insonderheit des Taubenmagens lasse ich mich hier nicht im Besondern ein, sondern verweise da auf die Arbeit von C. Hasse, Ösophagus der Tauben u. s. w. Zeitschr. für ration. Med. Bd. 23, S. 101, 1865 und auf die Zusammenfassung der verschiedenen Arbeiten in A. Oppel, Lehrbuch der vergl. mikrosk. Anatomie Teil 1. Magen S. 150. Jena 1896.

2) R. Heidenhain, Beiträge zur Kenntnis des Pankreas. Pflügers Archiv. Bd. X. 1875. S. 557.

3) J. N. Langley. On the Changes in serous glands during secretion. Journal of Physiology. Vol. II. p. 18. Und derselbe: on the histology of the Mucons Sativary glands, and on the behaviour of their mucons constituents. Journal of Physiology. Vol. X. N. 6.

der körnigen Zelleinschlüsse während der verschiedenen Stadien der Tätigkeit von Verdauungs- und Schleimdrüsen ein äusserst klares Bild geben, indem die ruhenden fermentreichen Drüsenzellen reichlich mit Körnchen angefüllt sind, während die tätigen, fermentarmen sozusagen leer sind und nur sehr wenige Körnchen enthalten.

Was die Darstellung dieser körnigen Einschlüsse anlangt, so bediente ich mich hiezu verschiedener Methoden, gab aber bald der von M. Heidenhain angegebenen Eisenhämatoxylinfärbung den Vorzug, da sie die schönsten und klarsten Bilder lieferte. Herr Prof. Heidenhain hatte die grosse Liebenswürdigkeit, mich seine Methode mit allen ihren Einzelheiten zu lehren, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen möchte.

Mein Verfahren war folgendes: Die in Alkohol oder in Sublimat eingelegten Stücke waren immer denselben Schleimhäuten entnommen, deren Pepsingehalt ich vorher bestimmt hatte, so dass es sich immer um dasselbe Objekt handelte. Die Stücke wurden in Paraffin von 50—52° C. Schmelzpunkt eingebettet und 5 μ dick geschnitten, mit destilliertem Wasser bei 37° C. auf den Objektträger aufgeklebt und nach Entfernung des Paraffins in eine $2^1/_2$ %ige Lösung von Eisenammoniakalaun gebracht. Dort verweilten sie 12 Stunden. Hierauf wurden sie auf 4—12 Stunden in 1%iges Weigert'sches Hämatoxylin gebracht. Die Schnitte waren nun natürlich stark überfärbt und ganz schwarz.

Darauf erfolgte unter genauer Kontrolle des Mikroskopes die Differenzierung der Schnitte in $2^1/_2$ %iger Eisenamoniakalaunlösung. War eine genügende Differenzierung erreicht und durch das Mikroskop festgestellt, so wurden die Schnitte auf mindestens 4—6 Stunden in fliessendes Wasser gelegt, um alle Spuren von Eisenammoniakalaun auszuziehen und so ein späteres unbeabsichtigtes Nachdunkeln der Schnitte zu verhüten. Dann erst wurden die Präparate in Alkohol-Xylol gebracht und in

Kanadabalsam aufgehellt. Gleichmässigkeit in der Schnittdicke und vor allem dünne Schnitte keinesfalls über 8 μ waren eine Hauptbedingung zum Gelingen der Präparate.

Ich wende mich nun zuerst der Besprechung des Befundes beim „Fresstier“ zu, da bei diesem der reine anatomische Bau der Drüsen und die Struktur der Zellen sich am deutlichsten zeigen lässt, indem die Zellen schon ganz oder doch nahezu ganz frei sind von den die Vorstufe des Fermentes bildenden Einschlüssen. Figur 2 zeigt einen Querschnitt aus dem Drüsenmagen einer Fresstaube, welcher genau mit dem Zeiss'schen Zeichenprisma von Herrn Dr. Breyer [1]) abgebildet worden ist.

Eine grössere Anzahl der radiär auf den zentralen mit Schleim bereitenden Cylinderzellen ausgekleideten Ausführgang zulaufenden Drüsenschläuche sind längs getroffen, andere ein wenig schräg. Die Lumina der Drüsenschläuche sind ziemlich weit und scharf umgrenzt durch die anliegenden Drüsenzellen. Als Inhalt finden sich in den Schläuchen mehrfach krümlige graue Massen, die bei weit fortgeschrittener Differenzierung sich als Haufen kleiner schwarzer Körnchen und Kügelchen dokumentieren. Die Drüsenzellen sind scharf umschrieben, etwa quadratisch mit abgerundeten Ecken. Der grosse runde Zellkern liegt in der Mitte der Zelle und ist meist ganz schwarz gefärbt, vielfach zeigt er ein Kernkörperchen.

Die Zellen selbst sind ziemlich klein, d. h. den Zellen, wie sie unten beim Hungertier beschrieben werden, gegenüber sehen sie etwas geschrumpft aus. Das Protoplasma der Zellen hat einen gleichmässig grauen Farbenton. Während der Differenzierung zeigt sich in früheren Stadien derselben das Protoplasma sehr fein gleichmässig granuliert; doch sind die Granula

1) Ich benutze die Gelegenheit Herrn Dr. Breyer für seine überaus grosse Liebenswürdigkeit, mit welcher er alle Abbildungen in meiner Arbeit mit kunstgeübter Hand gezeichnet hat, hier meinen besten Dank auszusprechen.

weit feiner als diejenigen, die ich als Vorstufe des Fermentes anspreche. In einzelnen Zellen sind einige schwarze runde Körnchen zu sehen, die denen in der Grösse entsprechen, welche stellenweise im Lumen der Drüsenschläuche liegen.

Figur 1 stammt von einem Präparat das dem Drüsenmagen eines „Hungertieres“ entnommen ist. Der Bau ist unschwer zu erkennen. Es handelt sich auch hier wieder um wesentlich längs getroffene Drüsenschläuche, welche in die mit Cylinderepithel besetzten, den Magengrübchen der Säugetiere entsprechenden Vertiefungen einmünden.

Die Lichtungen sind enger und die sie umschliessenden Zellen etwas grösser als im Zustande der Tätigkeit. Inhalt ist in den Lichtungen nicht wahrzunehmen. Die Zellen sehen vielfach geschwollen aus; die Zellgrenzen sind verschwommen, meist überhaupt nicht sichtbar. Die Zellen im ganzen sind mehr rund. Der Zellkern ist gross, schwarz und liegt mehr an der Peripherie der Zelle, und zwar an der dem Lumen gegenüberliegenden Seite. Die Zelle ist erfüllt von dicht aneinander liegenden, gleichmässig über die ganze Zelle verteilten schwarzen Körnchen. Das Protoplasma der Zelle schimmert dazwischen weiss, vollkommen entfärbt hervor.

Diese Bilder boten sich bei allen Versuchen. Die Drüsenzellen in dem Magen der Hungertiere zeigten stets die reichliche Körnelung am besten wohl bei Anwendung der M. Heidenhain'schen Methode. Aber auch einfache Färbungen mit Hämatoxylin oder andern Farbstoffen, so wie die mikroskopische Untersuchung der frischen Drüsen ohne jeden weiteren Zusatz zeigten den Körnchenreichtum der Hungerdrüsen. Meine histologischen Befunde und die Ergebnisse meiner oben mitgeteilten physiologisch-chemischen Untersuchungen ergaben also folgende Tatsachen. Die Schleimhaut des Drüsenmagens einer hungernden Taube hat in ihren Zellen eine grosse Menge gleichmässiger Körnchen; bei einem Tier in voller Verdauungstätigkeit erscheinen die Zellen nahezu oder ganz leer. Auf der anderen

Seite lässt sich aus der Hungerschleimhaut ein Extrakt gewinnen, das sich durch rasch und energisch wirkende Verdauungskraft auszeichnet, während der „Fressschleimhaut“ diese Wirkung nur in geringem Masse zukommt. Der Schluss, dass die Körnchen im histologischen Bilde der Ausdruck sind dessen, was uns im physiologisch-chemischen Versuch als verdauendes Agens erscheint, ist somit, glaube ich, durchaus gerechtfertigt.

b) Das Pankreas hungernder und verdauender Tiere.

Dass die Bauchspeicheldrüse bei den Vögeln namentlich bei den Körner fressenden Vögeln ein vielleicht noch wichtigeres Organ ist, als bei vielen Säugetieren, dafür spricht unter Anderem eine einfache anatomische Tatsache, nämlich die gewaltige Grösse dieses Organs.

Indem ich betreffs der Versuche über die Entfernung dieses Organs auf die Arbeit von Paira-Mall verweise, teile ich hier nur folgendes Wesentliche mit.

Cl. Bernard zeigte, dass Tauben nach Entfernung des Pankreas trotz enormer Gefrässigkeit Hungers starben, weil die Stärke unverdaut den Körper des Tieres in den Fäces verlässt.

Ähnliches fand Langendorff [1]) nach Unterbindung der Pankreasgänge. Auch konnte er sich davon überzeugen, dass in dem Bauchspeichel von Tauben alle drei Fermente, das Eiweiss-, Stärke- und Fettferment vorhanden waren. Besonders reichlich fand sich das Stärkeferment, welches schnell und energisch Stärke in Zucker umwandelte.

Schiff [2]) kam betreffs der Entfernung des Pankreas zu etwas anderer Anschauung. Er betrachtete den dann eintretenden Tod als bedingt durch verschiedene hier nicht näher zu schildernde, unvermeidliche Nebenverletzungen. Vermeidet man

1) O. Langendorff, Versuche über die Pankreasverdauung der Vögel. Archiv für (Anatomie und) Physiologie. 1870. p. 1.

2) M. Schiff, Ref. Zentralbl. für die med. Wissensch. Jahrg. 10, 1872, S. 877.

diese dadurch, dass man das Pankreas durch Einspritzen von geschmolzenem Paraffin in die Ausführungsgänge zur Atrophie bringt, so tritt der Tod nicht ein.

Nach dem Festwerden des Paraffins zeigt sich nämlich das ganze Pankreas vergrössert und stellt eine harte Masse dar. Die anatomischen Befunde ergaben dann eine fettige Degeneration erst des Epithels, dann der Acini. Schliesslich bestanden die Überbleibsel der Drüse nur noch aus fibrillärem Bindegewebe. Die so behandelten Tiere frassen günstigstenfalls schon 2—3 Tage nach der Operation wieder, und sie zeigten von da ab einen guten, wenn auch nicht übertriebenen Appetit. Schiff kam somit zu dem Schluss, dass eine gänzliche Ausschaltung der Verdauungstätigkeit des Pankreas ein erwachsenes Tier nicht dem Tode überliefert, sondern dass die anderen Verdauungssäfte eine ausreichende Kompensation des Verlustes auszuüben vermögen.

Meine Untersuchungen über das Pankreas waren wie beim Magen wieder zweierlei Natur; einmal suchte ich mich an demselben Organ über sein histologisches Aussehen und zweitens über seinen Fermentgehalt zu unterrichten und zwar zog ich alle drei Fermente in das Bereich meiner Untersuchungen.

Ich wende mich in erster Linie zu dem Eiweiss verdauenden Ferment, dem von Kühne sogenannten Trypsin, welches ähnlich wie das Pepsin nach den Untersuchungen von Ebstein und Grützner als Vorstufe in den Magendrüsen, so hier nach den Untersuchungen von Heidenhain als Protrypsin oder Zymogen in den Zellen der Drüse abgelagert ist.

Über die Extraktion dieses Stoffes aus dem Drüsengewebe liegen vielerlei Angaben vor. Indem ich von den neuesten, die erst nach dem Abschluss meiner Untersuchungen veröffentlicht wurden, absehen muss, erwähne ich hier nur, dass Danilewsky [1]) vermittelst komplizierter Methoden die drei Fermente

1) A. Danilewsky, Über spezifisch wirkende Körper des natürlichen und künstlichen pankreatischen Saftes. Virchow's Archiv. XXV. 279—307.

in möglichst reinem Zustand sich zu extrahieren bemühte, und dass auch verschiedene andere Extraktionsmethoden von andern Seiten empfohlen wurden, welche bald mehr das eine, bald mehr das andere Ferment lieferten.

So wird nach Dastre [1]) das diastatische Ferment aus der Drüse extrahiert, wenn man die Drüse nur ganz kurze Zeit (15—20 Minuten bei 40° C., 2 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur) mit 0,7prozentiger Kochsalzlösung auszieht. Setzt man die Extraktion längere Zeit fort (unter Zusatz von einem gleichen Volumen 2prozentiger Fluornatriumlösung, welche die Fäulnis hintanhält) so erhält man das Trypsin.

Ich brauchte anfänglich die von Heidenhain [2]) empfohlene Methode der Extraktion mit Glycerin, die bekanntlich darin besteht, dass einmal das ganz frische und dann das mit ein wenig Essigsäure behandelte oder mehrere Stunden gelegene Organ fein zerkleinert und mit Glycerin extrahiert wird. Da mir aber diese Methode nicht immer zufriedenstellende Ergebnisse lieferte (indem vielleicht durch das längere Liegenlassen des Vogelpankreas energischere Umsetzungen eintraten als beim Hundepankreas) und auch Paira-Mall, wie mir Herr Prof. v. Grützner mitteilte, vielleicht auch infolge dieses Umstandes zu Ergebnissen über den Fermentgehalt des Pankreas bei Tauben gekommen war, welche durchaus zur Nachuntersuchung auffordern mussten, so machte ich mich daran eine andere, zuverlässigere Extraktionsmethode für meine Zwecke auszuprobieren und fand sie in folgendem, wesentlich den Angaben von Kühne entnommenen Verfahren.

Ich zerschnitt das von Fett befreite Organ oder Teile desselben möglichst fein mit einer Scheere. Hiezu verwendete ich die Bauchspeicheldrüsen der verschiedensten mir zugäng-

1) A. Dastre, Etudes des ferments du pancreas, Archiv de physiol. norm. et pathol. t 5, p. 744, 1893.

2) R. Heidenhain, Beiträge zur Kenntnis des Pankreas, Pflügers Archiv. Bd. 10, S. 557, 1875.

lichen Tiere, Rind, Schaf, Schwein, Hund, Katze, Kaninchen, Taube und übergoss die breiartige Masse mit der 10fachen Menge 90prozentigen Alkohols, der nach Kühne das Vorferment allmählich in Ferment umwandelt. Nach 4—10stündigem Stehen der Mischung goss ich den Alkohol ab, trocknete die nun grobkörnige Masse auf Filtrierpapier und rieb sie darauf einige Minuten in einer grossen Reibschale mit Äther durch. Von neuem getrocknet hatte ich nun ein feinkörniges Pulver, aus dem sich mit Wasser sehr stark wirksame Lösungen in wenigen Minuten entziehen liessen. Der Alkohol hatte wahrscheinlich, wie Kühne beschrieb, die Umwandlung des Zymogens in Pankreatin besorgt. Die Wirkung des Äthers schien darin zu bestehen, dass er die gewissermassen fettige Gewebsschale, in der das Ferment steckt, auflöste. Jedenfalls (s. S. 26) erfolgte nach der Äthereinwirkung die Extraktion der Fermente mit Wasser ausserordentlich viel schneller und sicherer, als ohne Äthereinwirkung. Bei diesen vorbereitenden Versuchen hatte ich — nebenbei bemerkt — Gelegenheit, die Versuchsergebnisse von Floresco [1]) und Wachsmann [2]) zu bestätigen.

Floresco und Wachsmann (welcher aber nur den Gehalt an diastatischen Fermenten untersuchte) fanden das Pankreas des Schweines reicher an Trypsin und Diastase als das des Rindes. Hundepankreas ist ebenso reich an Trypsin und etwas ärmer an Diastase als Schweinepankreas. Auch mir erwiesen sich die Extrakte aus dem Schweinepankreas im ganzen als die wirksamsten.

Beinahe gleich kamen ihm mit leichtem Nachbleiben des diastatischen Fermentes die Bauchspeicheldrüsen von Hund und namentlich Katze.

1) N. Floresco, Activité comparative des pancreas etc. C. R. de la Soc. de biolog. 1896, p. 44.

2) P. Grützner u. M. Wachsmann, Über die Einwirkung versch. chem. Stoffe auf die Tätigkeit des diastat. Pankreasfermentes, Pflügers Archiv Bd. 91, S. 195, 1902.

Rinderpankreas ergab immer einen geringeren, wenn auch immer noch kräftigen Verdauungseffekt. Einen wesentlich anderen Wert, als die Methodik auszubilden und sie sicher zu beherrschen, will ich selbstverständlich diesen Versuchen nicht beimessen. Schon der Umstand, dass die Tiere in verschiedenen Stadien der Verdauung standen, lässt diese Vergleiche nicht in ihren richtigen Grössenverhältnissen erscheinen. Ich führe dieselben wesentlich an, weil ich in der Litteratur auf ähnliche Angaben gestossen war. Im Grossen und Ganzen werden also wohl die verhältnismässigen Mengen der Fermente richtig sein.

Die Verdauungsversuche mit Trypsin wurden nun folgendermassen angestellt.

Die verdauende Wirkung wurde am Rinderfibrin studiert, das ganz analog dem Karminfibrin in Grützner's kolorimetrischer Pepsinbestimmungsmethode mit Magdalarot gefärbt war. Karminfibrin ist nicht zu gebrauchen, da es in alkalischer Lösung seine Farbe abgibt. Herr Prof. Dr. v. Grützner hatte in seinen Versuchen die Verwendbarkeit des Magdalarots kennen gelernt und empfahl es mir zur Benützung. Leider scheint inzwischen in der Herstellung des Magdalarots eine Veränderung eingetreten zu sein, denn spätere Versuche mit anderem neuerem Magdalarot zeigten dies als völlig ungeeignet. Schon sehr bald gab es in alkalischer Lösung seine Farbe ab.

Gut gereinigtes, fein zerschnittenes Rinderfibrin wird in alkoholischer Magdalarotlösung gefärbt, dann sorgfältig mit Spiritus und Wasser gewaschen und in Glycerin aufbewahrt. Vor dem Versuch wird es noch einmal sorgfältig gewaschen, in dünne Sodalösung gelegt, in welcher es etwas aufquillt und noch einmal mit einer Schere sorgfältig zerkleinert. So gewinnt man ein ganz gleichmässig gefärbtes Fibrin, von dem schon kleinste Mengen gelöst sich sofort durch Rötung der betreffenden Flüssigkeit kund geben, während Sodalösung allein dem Faserstoff nicht die geringste Farbmenge auszieht.

Gleiche Mengen von diesem gequollenen Fibrin werden nun in gleichweite Reagensgläschen gelegt, die je 15 Ccm 1/2 prozentige Sodalösung enthalten. Schliesslich werden die verschiedenen Extraktmengen hinzugefügt und alles in ein Wasserbad von 37 ° gesetzt.

Als Beleg führe ich einen Versuch an, in welchem verschiedene Extrakte, die von einem frischen Schweinepankreas hergestellt wurden, zur Verwendung gelangten.

Die als Vergleichswerte hier dienenden römischen Zahlen sind der Grützner'schen Farbenskala entnommen.

Der Farbenton des in den Versuchsgläschen durch die Verdauung abgegebenen Farbstoffes hatte zwar der Skala gegenüber einen Stich ins Blaue, doch liess sich die Intensität der Farbe gut danach bewerten.

Zeit	Alkohol-Aether-Wasser E	Alkohol-Wasser-Extrakt	Glycerin-Extrakt Drüse liegt 12 St.	Glycerin-Extrakt Drüse frisch	Vergleichs-glas
8 h 15	Versuch beginnt				
8 h 20	0—I	0	0	0	0
8 h 25	I	0—I	0	0	0
8 h 30	II	0—I	0—I	0	0
8 h 35	III	I	I	0	0
8 h 40	IV	II	I—II	0	0
8 h 45	V—VI	III	III	0	0
8 h 50	VII	III—IV	III—IV	0	0
8 h 55	VIII	IV	IV	0	0
9 h 00	IX	V	V	0	0

Die Menge der in allen Fällen verwendeten Pankreassubstanz war natürlich dieselbe. Man sieht also, dass das Ferment — und das galt durchweg — bei weitem am besten durch Alkohol-Äther und Wasser extrahiert wird. (Die zugesetzten Extraktmengen betrugen übrigens je 1 Ccm.) Alkohol allein und auch Glycerin nach Heidenhains Methode wirkt viel weniger gut. Bei dem diastatischen und dem Fettferment waren die Unterschiede viel geringer. Der Glycerinauszug aus der frischen Drüse

war, wie dies ja schon Heidenhain gefunden hatte, unwirksam. Er enthielt eben nur Vorferment, Zymogen.

Gelegentlich versuchte ich auch die Methode von Fermi,[1]) welche darin besteht, dass Trypsinlösungen Leimgallerte verflüssigen. Ich werde auf die Ergebnisse, welche ich hiermit erhalten habe, später zurückkommen.

Alle diese gewonnenen Erfahrungen wendete ich nun für die Extraktion der Bauchspeicheldrüsen der Tauben an und verfuhr hiebei folgendermassen.

Schon oben habe ich der charakteristischen Unterschiede im äusseren Aussehen des Pankreas beim „Hunger"- und beim „Fresstier" Erwähnung getan. Es wurde also bei jedem Versuch der Magen in oben geschilderter Weise untersucht, das Pankreas wurde zunächst gemäss der Heidenhain'schen Vorschrift 6 Stunden vor Verdunstung geschützt bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Als am günstigsten erwies es sich, wenn das Pankreas zerkleinert und ausgebreitet liegen gelassen wurde offenbar spielte der Luftzutritt die Hauptrolle.

Nach 6 Stunden wurde das Pankreas ((etwa 0,7—0,9 gr.) in 10 Ccm reinem Glycerin aufgenommen und darin noch mehr zerkleinert. Nach 48 Stunden wurden die Extrakte abfiltriert und waren zum Gebrauch fertig.

Der Versuch zerfiel nun entsprechend den 3 Fermenten in 3 Teile.

Der erste Versuch galt dem proteolytischen Ferment und wurde mit Magdalarotfibrin angestellt. Die Anordnung war wie oben. Der Versuch fand im Wasserbad von 35—40° C. statt. Es kam je 1 Ccm des „Fress-" und „Hunger-Extraktes" zur Anwendung.

1) A. Fermi, Die Leimgelatine als Reagens zum Nachweis tryptischer Enzyme, Archiv für Hygiene, Separat-Abdruck.

Es ergibt sich folgendes Protokoll:

Zeit	Hunger-Extrakt	Fress-Extrakt	Vergleichsglas
9 h 00	Versuch beginnt		
9 h 05	0	0	0
9 h 10	0	0	0
9 h 15	0- I	0	0
9 h 20	0—I	0	0
9 h 25	fast I	0	0
9 h 30	I	0	0
9 h 35	I—II	0	0
9 h 40	II	0	0
9 h 45	II—III	0	0
9 h 50	III	0	0
9 h 55	III—IV	0	0
10 h 00	IV	0—I	0
10 h 05	IV	0—I	0
10 h 10	V	0—I	0
10 h 15	V—VI	I	0
10 h 20	VI	I	0

Das Pankreas des „Hungertiers“ war bei weitem fermentreicher als das des „Fresstiers“ in der 6. Stunde der Verdauung. Genau das Resultat, das Heidenhain beim Hunde durchweg erzielte.

Zur Untersuchung auf das diastatische Ferment diente mir ein 2prozentiger Weizenstärkekleister.

2 gr. reine Weizenstärke wurden in etwa 10 Ccm destilliertes Wasser kalt verrührt, dann 90 Ccm heisses destilliertes Wasser nachgefüllt und das ganze aufgekocht.

Je 15 Ccm wurden in die nötigen Reagenzgläschen gebracht, und je 1 Ccm der zu untersuchenden Extrakte zugefügt. Der Versuch wurde im Wasserbad bei 35—40° C. ausgeführt.

Es ergab sich folgendes Protokoll:

Zeit	Hunger-Extrakt	Fress-Extrakt	Vergleichsglas reine Stärke
nach 1 Min.	0	0	0
„ 2 „	leicht hell	0	0
„ 3 „	etwas hell	0	0
„ 4 „	hell	0	0
„ 5 „	hell	beginnt sich aufzuhellen	0
„ 6 „	hell	leicht hell	0
„ 7 „	hell	leicht hell	0
„ 8 „	hell	etwa $^1/_2$ so hell wie H.E.	0
„ 9 „	hell	etwa $^1/_2$ so hell wie H.E.	0
„ 10 „	hell	„	0

Das „Hungerextrakt"-Glas war nach 4 Minuten ganz hell das „Fressextrakt"-Glas nahm nach 10 Minuten etwa die Mitte zwischen dem unveränderten Vergleichsglas und dem hellen „Hungerextrakt"-Glas ein. Nach 5 Minuten wurden zum erstenmal 5 Ccm aus jedem der drei Gläser entnommen, in andere Reagenzgläser gebracht und die Kalilauge-Zuckerprobe damit angestellt. Es wurde in jedes Gläschen 1 Ccm Kalilauge gebracht und die Gläser ins kochende Wasserbad gehalten. Das Hungerextraktgläschen wurde nach etwa 6 Minuten dunkelgelb, das Fressextraktgläschen dagegen blieb ganz hellgelb. Aus der Drüse der Hungertiere war also vielmehr diastatisches Ferment extrahiert worden, als aus derjenigen der Fresstiere Diese Versuchsergebnisse wiederholten sich regelmässig.

Zum Nachweiss des fettspaltenden Fermentes wurde folgendermassen verfahren: Zu frischer ungekochter Milch wurde soviel sehr empfindlich gemachte Lackmuslösung gebracht, dass

die Milch einen deutlich blauen Schimmer hatte. Je 15 Ccm dieser Mischung wurden in Reagenzgläschen gebracht und je 1 Ccm der verschiedenen Extrakte zugefügt. Der Versuch fand im Wasserbade von 35° C. statt und hatte folgendes Resultat. Nach einer Stunde zeigte sich das Vergleichsgläschen unverändert, das „Fressextrakt"-Gläschen ebenso. Im „Hungerextrakt"-Gläschen dagegen war ein Farbenumschlag in Rot eingetreten und es traten krümeliche Flöckchen in der Milch auf. Auch war ein, wenn auch geringer Geruch, nach Fettsäuren wahrzunehmen. Also auch das fettspaltende Ferment war im „Hungerpankreas" deutlich nachzuweisen, während dies im „Fresspankreas" nicht gelang. Auch hier wiederholte sich dieses Versuchsergebnis durchweg.

Bei der Untersuchung auf proteolytisches Ferment verwandte ich nun auch in mehreren Versuchen die für dieses Ferment besonders zweckmässige (s. S. 23) Alkoholäther-Wasserextraktionsmethode. Die Bauchspeicheldrüsen je einer „Hunger"- und einer „Fresstaube" wurden, sofort nach der Herausnahme möglichst fein zerschnitten und mit 15 Ccm absolutem Alkohol übergossen, nach 4 Stunden wurde der Alkohol abgegossen, der Rückstand auf Filtrierpapier getrocknet und in einer Reibschale mit Äther zerrieben, dann abermals in Filtrierpapier getrocknet.

Hierauf wurden gleiche Mengen des Rückstandes mit 10 Ccm destilliertem Wasser übergossen und mehrfach umgeschüttelt. Nach 2 Stunden wurde abfiltriert und mit dem Filtrat ein Verdauungsversuch angestellt. Die Anordnung war die gewöhnliche. Zur Anwendung kam 1 Ccm Extrakt auf 15 Ccm $^1/_2$% Sodalösung und ca. 1 Ccm Magdalarotfibrin. Der Versuch fand im Wasserbad bei 35° C. statt. Sogenannte antifermentative Mittel (Thymol u. s. w.) wurden grundsätzlich nicht verwendet.

Das Protokoll war folgendes:

Zeit	Hunger-Extrakt	Fress-Extrakt	Vergleichsglas
3 h 00	Versuch beginnt		
3 h 05	0	0	0
3 h 10	0—I	0	0
3 h 15	< I	0	0
3 h 20	I—II	0	0
3 h 25	II—III	0—I	0
3 h 30	III—IV	I	0
3 h 35	> IV	> I	0
3 h 40	V	II	0
4 h 45	VI—VII	II—III	0
3 h 50	VIII—IX	II—III	0
3 h 55	IX—X	III	0

Auch hier war wieder das „Hungerpankreas“ weit fermentreicher als das „Fresspankreas“. Doch war hier der Versuch in kürzerer Zeit vor sich gegangen und die verdauende Wirkung war eine stärkere.

Um über den Umwandlungsprozess des „Zymogens“ in „Pankreatin“ näheres zu erfahren, stellte ich den Versuchen mit sofort am frischen Organ vorgenommenen Glycerinextrakten, solche gegenüber, in denen die Drüse nach verschieden langem Liegen extrahiert wurde.

Glycerinextrakte von ganz frischen Drüsen waren stets frei von Trypsin und gänzlich wirkungslos auf Fibrin Dagegen liess sich diastatisches Ferment, wenn auch in geringeren Mengen stets aus der frischen Drüse extrahieren. Nach dem Liegen der Drüse wurde aber die extrahierbare Fermentmenge bedeutend grösser.

Ich stellte die Versuche so an, dass ich je zwei Hungertauben“ und zwei „Fresstauben“ die Bauchspeicheldrüsen entnahm und in zwei Hälften teilte, so dass ich 4 Teile „Hungerpankreas“ und 4 Teile „Fresspankreas“ erhielt, jeder Teil wog etwa 0,4 gr. Nun wurde je 1 Teil sofort mit 5 Ccm Glycerin extrahiert, ein zweiter Teil nach 2 Stunden, ein dritter nach

6 Stunden und je ein vierter nach 12 Stunden, je mit 5 Ccm Glycerin. Nach 48stündigem Stehen wurden die Extrakte abfiltriert und ein erster Versuch auf proteolytisches Ferment in gewohnter Weise im Wasserbad von 35—40° C. mit 1 Ccm Extrakt und 15 Ccm $^1/_2$ % Sodalösung und 1 Ccm Magdalarotfibrin angestellt.

Es ergaben sich folgende Protokolle:

I. Hungertier.

Zeit	Hunger-Extrakt frisch	Hunger-Extrakt nach 2 Std.	Hunger-Extrakt nach 6 Std.	Hunger-Extrakt nach 12 Std.	Vergleichsglas
9 h 00	0	0	0	0	0
9 h 05	0	0	0	0	0
9 h 10	0	0	> 0	> 0	0
9 h 15	0	0	0—I	0—I	0
9 h 20	0	0	0—I	0—I	0
9 h 25	0	0	I	I	0
9 h 30	0	0	I	I	0
9 h 40	0	0	II	II	0
9 h 50	0	0—I	III	III	0
10 h 00	0	0—I	IV	IV	0
10 h 10	0	I	V	V	0
10 h 20	0	I	V—VI	V—VI	0
10 h 30	0	I	VI	VI	0

II. Fresstier.

Zeit	Fress-Extrakt frisch	Fress-Extrakt nach 2 Std.	Fress-Extrakt nach 6 Std.	Fress-Extrakt nach 12 Std.	Vergleichsglas
9 h 00	0	0	0	0	0
9 h 05	0	0	0	0	0
9 h 10	0	0	0	0	0
9 h 15	0	0	0	0	0
9 h 20	0	0	0	0	0
9 h 25	0	0	0	0	0
9 h 30	0	0	0	0	0
9 h 40	0	0	0	> 0	0
9 h 50	0	0	> 0	0—I	0
10 h 00	0	0	0—I	0—I	0
10 h 10	0	0	0—I	0—I	0
10 h 20	0	0	I	I	0

Zeit	Fress-Extrakt frisch	Fress-Extrakt nach 2 Std.	Fress-Extrakt nach 6 Std.	Fress-Extrakt nach 12 Std.	Vergleichsglas
10 h 30	0	0	I	I	0
10 h 40	0	0	I—II	I –II	0
10 h 50	0	0	< II	< II	0
11 h 00	0	0	II	II	0
11 h 10	0	0—I	II	II	0

Tabelle I zeigt den Verlauf bei Einwirkung der „Hungerextrakte“, Tabelle II den bei Fressextrakten.

Am wirksamsten ist das Extrakt aus dem Pankreas des Hungertiers, wenn die Drüse 6 oder mehr Stunden vor Verdunstung geschützt liegen blieb. Ein längeres Liegenlassen als 6 Stunden schien nicht nötig zu sein, um das Optimum der Verdauungsstärke zu erreichen. Es scheint also in 6 Stunden sich bereits die ganze Umwandlung des „Zymogens“ in Pankreatin vollzogen zu haben. Die nach zweistündigem Liegen extrahierte Drüse des Hungertieres zeigte nur ausserordentlich wenig verdauende Kraft und zwar war dieselbe an Energie etwa gleich dem Extrakt aus der 6 oder mehr Stunden gelegenen Drüse des „Fresstieres“. Die nach 2 Stunden extrahierte Drüse des „Fresstieres“ war nahezu frei von Ferment, die frisch extrahierten Drüsen beider Tiere waren vollkommen wirkungslos.

Ohne Anführung der einzelnen Protokolle möchte ich berichten, dass der Versuch auch auf die beiden anderen Fermentarten ausgedehnt wurde. Die Anordnung beider Versuche war ganz wie oben geschildert.

Das Resultat des Versuchs, betreffend das diastatische Ferment, war dem mit dem proteolytischen vollkommen analog; nur dass den 2 Stunden gelegenen Drüsen etwas mehr Ferment entzogen werden konnte, als beim ersten Versuch. Auch die frisch extrahierten Drüsen zeigten sich nicht ganz fermentfrei. Immer aber auch in den letzten 2 erwähnten Fällen, war der „Hungerdrüse“ ein grösserer Fermentgehalt abzugewinnen als der „Fressdrüse“.

Bei dem Versuch mit dem fettspaltenden Ferment war das Resultat von dem mit dem proteolytischen insofern abweichend, als die frischen Drüsen sich zwar als fermentfrei erwiesen, die zwei Stunden gelegenen dagegen ebenso stark verdauten wie die 6 Stunden und länger gelegenen. Am schnellsten scheint sich also die Vorstufe des Fettfermentes, langsamer diejenige des diastatischen und am allerlangsamsten die des proteolytischen Fermentes in fertiges Ferment umzuwandeln, wie ähnliches auch Dastre beobachtet hat.

Das „Hungerextrakt" aus den 2, 6 und 12 Stunden gelegenen Drüsenteilen hatte etwa gleich stark gewirkt und eine deutliche Rotfärbung zugleich mit dem Auftreten von krümeligen Flocken in der Milch hervorgerufen, während allen Extrakten aus den Drüsen der „Fresstiere" keine verdauende Wirkung zukam.

Kurz möchte ich nur noch auf die Gelatine als Nachweismittel tryptischer Enzyme kommen. Ich hatte mir Gelatinegläschen hergestellt, indem ich genau nach der Vorschrift Fermi's handelte. Dass die Gelatine ein sehr empfindliches Reagens auf Pankreasferment ist, konnte ich durchweg bestätigen. Bei wässerigen Extrakten aus dem „Fresspankreas", deren verdauende Wirkung ich nach dem Fibrinversuch als gleich Null bezeichnen musste, fand ich, dass sie Gelatine noch ganz flott verflüssigten. Allerdings konnten — schon Fermi warnt vor Glycerin — keine Glycerinextrakte angewandt werden, da sonst die Möglichkeit zu messen ganz verloren ging, indem sich die Gelatine in unregelmässiger Schicht löste. Störend war für mich nur die sehr lange Dauer der Versuche. — Sie nehmen Tage in Anspruch und scheinen mir daher nicht so empfehlenswert, wie die Versuche mit Fibrin.

Der Heidenhain'schen Zymogentheorie tritt Fermi [1]) insofern entgegen, als er fand, dass Auszüge aus frischen Bauch-

1) Literaturangabe siehe oben S. 27.

speicheldrüsen auf die Gelatine ganz energisch zu wirken vermögen. Doch handelt es sich dabei um Wasserauszüge. Dass aber bei einigermassen genügender Extraktionszeit im Wasser die Umwandlung des „Zymogens“ in wirksames Ferment übergehe, wahrscheinlich durch Einwirkung des Sauerstoffs im Wasser, war längst bekannt.

Wässerige Extrakte des Taubenpankreas aus der frischen Drüse zeigten sich auch mir auf Gelatine wirksam. Doch war jedenfalls in der zweistündigen Extraktionszeit bereits der Umwandlungsprozess im Gange, denn auch auf Fibrin konnte ich eine, wenn auch geringe verdauende Wirkung nachweisen, wenn nach zweistündigem Liegen die Drüse mit Glycerin extrahiert wurde, während das frische Glycerinextrakt ganz unwirksam war. Die Alkohol-Äther-Wasser-Extraktionsmethode konnte zur Entscheidung dieser Frage natürlich nicht herangezogen werden, da dabei ja der Alkohol die Umwandlung des „Zymogens“ besorgte.

Wenn ich nun die Resultate meiner physiologisch-chemischen Untersuchungen zusammenfasse, so glaube ich auch beim Pankreas der Taube den Ablauf des Verdauungsvorganges so annehmen zu müssen, wie ihn Heidenhain und Grützner [1]) für den Hund annehmen. Im Hungerzustand sammeln sich im Pankreas die Vorstufen seiner Fermente an und zwar sowohl des proteolytischen, als des amylolytischen und des Fettfermentes. Während der Verdauung nehmen die Fermentmengen beziehungsweise ihre Vorstufen ab. Die aus ihnen dargestellten Extrakte sind durchweg äusserst arm an Fermenten.

Wie diese Abnahme bei Säugetieren erfolgt, das wissen

1) Die teilweise entgegengesetzten Angaben von Paira-Mall, wie ich hier auf Wunsch von Herrn Prof. Dr. v. Grützner ausdrücklich hervorheben möchte, dürften auf Versuchsfehler oder ungeeignete Methoden zurückgeführt werden. Meine Versuche sind sehr zahlreich und mannigfach und haben ausnahmslos das oben erwähnte Ergebnis geliefert.

wir aus den Arbeiten von Heidenhain und Kühne. Es ist hier ganz so wie bei der Magenschleimhaut. Die in dem Hungerzustande in der Form von kleinen Körnchen abgelagerten Vorfermente werden bei der sekretorischen Arbeit der Drüse ausgestossen. Wie nun dieser Vorgang sich bei der Taube abspielt, das lehrt der nächste Abschnitt.

II. Anatomisch-histologischer Teil.

a) Historische Bemerkungen.

Claude Bernard [1]) war 1856 wohl der erste, der den Bau und die Tätigkeit der Bauchspeicheldrüse zu ergründen versuchte. Er kennt die körnigen Einschlüsse in den Drüsenzellen, glaubt diese aber trotzdem nicht von Speicheldrüsenzellen unterscheiden zu können. Erst Langerhans [2]) hat 1869 die Körnchen, welche er freilich für Fettkörnchen hielt, genauer beschrieben und überhaupt eine genaue Schilderung des menschlichen Pankreas geliefert. Namentlich hat er auch zuerst die intertubulären Zellhaufen, die nach ihm genannten Langerhans'schen Inseln, gesehen, deren Literatur jetzt geradezu eine kaum übersehbare ist, obwohl etwas Sicheres über ihre physiologische Bedeutung zur Zeit noch nicht bekannt ist.

Das Jahr 1875 brachte Heidenhain's schon mehrfach zitierte klassische Arbeit. Er beschäftigt sich vor allem mit den physiologischen Veränderungen der Drüsenzellen während verschiedenen Stadien der Verdauung.

Die frühere Dreiteilung der Drüsenzelle in zentrale Körnchenzone, in Kernzone und in Peripherie [3]) verwandelt Heidenhain in eine Zweiteilung. Er stellt eine dunkelkörnige innere

1) Cl. Bernard, Mémoire sur le pancreas etc., Paris 1856.

2) P. Langerhans, Beiträge zur mikrosk. Anatomie der Bauchspeicheldrüse. Inaugur. Dissertat., Berlin 1869.

3) J. Latschenberger, Über den Bau des Pankreas. Beiträge zur Kenntnis u. s. w. Sitzungsberichte der Akadem. der Wissenschaften. Wien. Math. nat. Kl. Bd. 65, Abs. 3. 1872, S. 195.

Zone auf und eine homogene äussere. In der Mitte zwischen beiden Abteilungen etwa liegt der Kern.

Die Aussenzone färbt sich nach Heidenhain an Alkoholpräparaten mit Karmin rot, die innere nicht.

Die Körnchen der Innenzone nennt Heidenhain Zymogenkörnchen und sieht in ihnen den materiellen Ausdruck der Vorstufe des tryptischen Pankreasfermentes. Er beobachtet ein Auftreten und Schwinden dieser Körnchen in gesetzmässiger Weise im Ablaufe der verschiedenen Verdauungsstadien, was Kühne und Lea [1]) unmittelbar an dem frischen Pankreas der Kaninchen beobachten konnten. Denn während der Verdauungstätigkeit werden diese Körnchen aus den Drüsenzellen ausgestossen.

Auf die weiteren überaus zahlreichen Arbeiten, welche Bau und Verrichtung des Pankreas behandeln, will ich mich hier nicht näher einlassen, schon deshalb nicht, weil die in denselben niedergelegten Ansichten keineswegs mit einander übereinstimmen.

Dies gilt besonders von den Langerhans'schen Inseln oder den sog. intertubulären Zellhaufen, über welche auch Oppel [2]) in seiner sorgfältigen und umfassenden Zusammenstellung, auf die hiermit besonders hingewiesen sei, sich durchaus treffend folgendermassen ausspricht. „Was die Bedeutung des intertubulären Zellhaufen anlangt, so ist dieselbe, so viel auch darüber geschrieben wurde und so viele Ansichten auch darüber bestehen, noch nicht ganz geklärt."

b) Eigene Beobachtungen.

Ich wende mich zu meinen eigenen Beobachtungen und bemerke, dass ich immer von denjenigen Bauchspeicheldrüsen,

1) W. Kühne u. A. Sh. Lea, Über die Absonderung des Pankreas. Verhandl. des naturhistor. med. Vereins zu Heidelberg. Bd. I, S. 445, 18. Teil. Dieselben, Beobachtungen über die Absonderung des Pankreas. Unters. des physiol. Instit. zu Heidelberg. Bd. 2, S. 448, 1882.

2) A. Oppel, Lehrbuch der vergl. mikr. Anat., Teil 3, Jena 1900, S. 813.

welche ich auf ihren Fermentgehalt untersuchte, Stücke in Alkohol und Sublimat legte, behufs mikroskopischer Untersuchung. Dieselben beschränkten sich, weil hier der Unterschied am allergrössten war, auf die Drüsen von Tieren, welche 48 Stunden gehungert hatten (Hungertiere) und solche, die 6 Stunden, (wie oben beschrieben) nach reichlicher Fütterung getötet wurden (Fresstiere).

Die Art der Bearbeitung war genau dieselbe, wie die bei der histologischen Untersuchung der Magendrüsen. Zur Färbung diente mir wesentlich M. Heidenhain's Eisenhämatoxylinmethode, wie ich sie oben näher schilderte.

Ein derart behandelter Schnitt aus dem Taubenpankreas bietet etwa dasselbe Bild, wie die Tafel V der R. Heidenhain'schen Arbeit vom Hunde gibt, nur dass die Zellen wesentlich kleiner sind als die des Hundes. Die innere, körnchenreiche und äussere, homogene Schicht ist namentlich bei Hungertieren deutlich zu unterscheiden. Reichlich finden sich Langerhans'sche Inseln in das Drüsengewebe eingesprengt, welches ausserordentlich arm an Bindegewebe ist. Ich wende mich zunächst zur Schilderung des Baues vom Pankreas der gefütterten Taube (S. Fig. 4), weil hier die Verhältnisse übersichtlicher sind.

Die Zellen sind hier klein, etwa quadratisch mit ziemlich scharf abgekanteten Ecken.

Die Zellgrenzen sind deutlich zu erkennen. Der kleine runde schwarz gefärbte Kern liegt etwa in der Mitte der Zelle. Das Protoplasma der ganzen Zellen zeigt sich als eine homogene, gleichmässig grau gefärbte Masse. In der Innenzone, also zwischen Lumen und Kern sind hin und wieder einzelne wenige tief schwarz gefärbte Körnchen eingeschlossen. Im Lumen zeigen sich stellenweise schwärzliche Massen, deren Struktur sich nicht näher definieren liess. (Offenbar geronnenes Sekret.)

Anders beim Hungertier. (Vergl. Fig. 3). Hier ist die Zelle weit grösser, abgerundet quadratisch, ohne deutliche Begrenzung

gegen ihre Nachbarn. Der dunkle Kern liegt mehr der Peripherie der Zelle zu in der homogenen Zone. Das heisst die Innenzone ist weit grösser als beim „Fresstier".

Die kleinere Aussenzone hat das homogene graue Aussehen des Protoplasmas der ganzen Zelle beim „Fresstier". Die Innenzone ist dunkler gefärbt und ist angefüllt mit zahlreichen tiefschwarzen kleinen Körnchen.

An den gerade im Taubenpankreas sehr häufigen Langerhans'schen Inseln, wie eine solche sich mitten in Fig. 3 befindet, konnte ich irgend eine Veränderung nicht nachweisen.

Es ist somit auch der mikroskopische Befund beim Pankreas ganz entsprechend dem Resultat der physiologisch-chemischen Untersuchung. Da wo, wie im Hungerzustand, die Zellen reichlich mit Körnchen erfüllt sind, enthalten sie viel Ferment (bezw. Vorferment) und geben an die verschiedenen Extraktionsflüssigkeiten auch viel Fermente ab. Im Zustand lebhafter Verdauung sind die Zellen nahezu frei von Körnchen und auch nahezu frei von Ferment.

Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse.

Die wesentlichen Ergebnisse meiner Untersuchungen lassen sich hiernach kurz folgendermassen zusammenfassen.

1) In dem Drüsenmagen der Tauben, der abgesehen von den Epithelzellen der Oberfläche nur eine Zellart enthält, wird im Hungerzustand Vorferment angehäuft. Die grosse Menge der in den Drüsenzellen liegenden Körnchen enthalten dieses Vorferment. Derartige Hungermagen geben Extrakte, die ausserordentlich reich an Pepsin sind.

Da auch der Magensaft dieser Tiere sauer reagiert, muss die Säure von denselben Zellen abgesondert werden.

Bei lebhafter Verdauung (etwa um die 6te Verdauungsstunde) sind kaum Körnchen in den mehr homogen aussehenden Zellen zu finden. Sie liefern auch nur sehr wenig Pepsin, wenn man sie mit Salzsäure oder Glycerin extrahiert.

Nach etwa 48 Stunden ist die Magenschleimhaut wieder reichlich mit Ferment geladen.

2) Ganz das gleiche gilt von der Bauchspeicheldrüse, deren Zellen im Hungerzustande reich an Körnchen sind und an die verschiedenen Extraktionsflüssigkeiten grosse Mengen von allen drei Fermenten (bezw. deren Vorstufen) abgeben; im Zustande höchster Verdauung dagegen (etwa um die 6te Verdauungsstunde) sehr arm an Körnchen und ebenso arm an Fermenten sind.

Fig. 1.
Magen der Hungertaube.

Fig. 2.
Magen der gefütterten Taube.

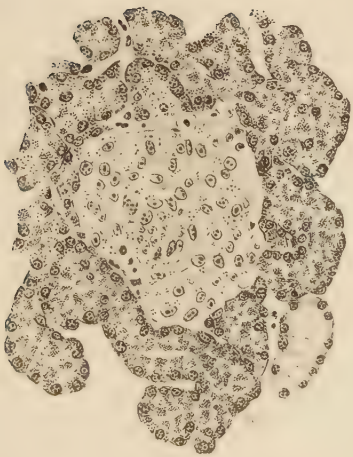


Fig. 3.
Pankreas der Hungertaube.

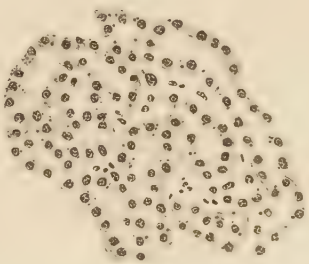


Fig. 4.
Pankreas der gefütterten Taube.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Verlag v. Franz Pietzcker in Tübingen.

Lebenslauf.

Ich, Heinrich, Wolfgang, Raphael Braitmaier bin geboren zu Tübingen, den 22. April 1880 als Sohn des verstorbenen Professor Dr. Friedr. Braitmaier. Vom Herbst 1888 bis Herbst 1898 durchlief ich das Gymnasium Tübingen, um im Herbst 1898 die Universität Tübingen zum Studium der Medizin zu beziehen. Im Herbst 1900 bestand ich daselbst die ärztliche Vorprüfung. Nach weiteren 5 Semestern in Tübingen bestand ich daselbst das medizinische Staatsexamen und erlangte Ende Juni 1903 die Approbation als Arzt.

Während meines Studiums war ich als Assistent tätig am physiologischen Institut und an der Anatomie Tübingen, ferner war ich als Hauspraktikant tätig in der medizinischen, der chirurgischen und der gynäkologischen Klinik zu Tübingen.

Nach vollendetem Staats-Examen übte ich zunächst in Wangen im Allgäu die ärztliche Praxis in Vertretung des dortigen Oberamtsarztes aus. August und September 1903 besuchte ich die Kliniken zu Mailand, Genua, Florenz, Siena, Rom und Neapel. Seit Dezember wirkte ich als Assistenzarzt an der medizinischen Poliklinik zu Kiel.